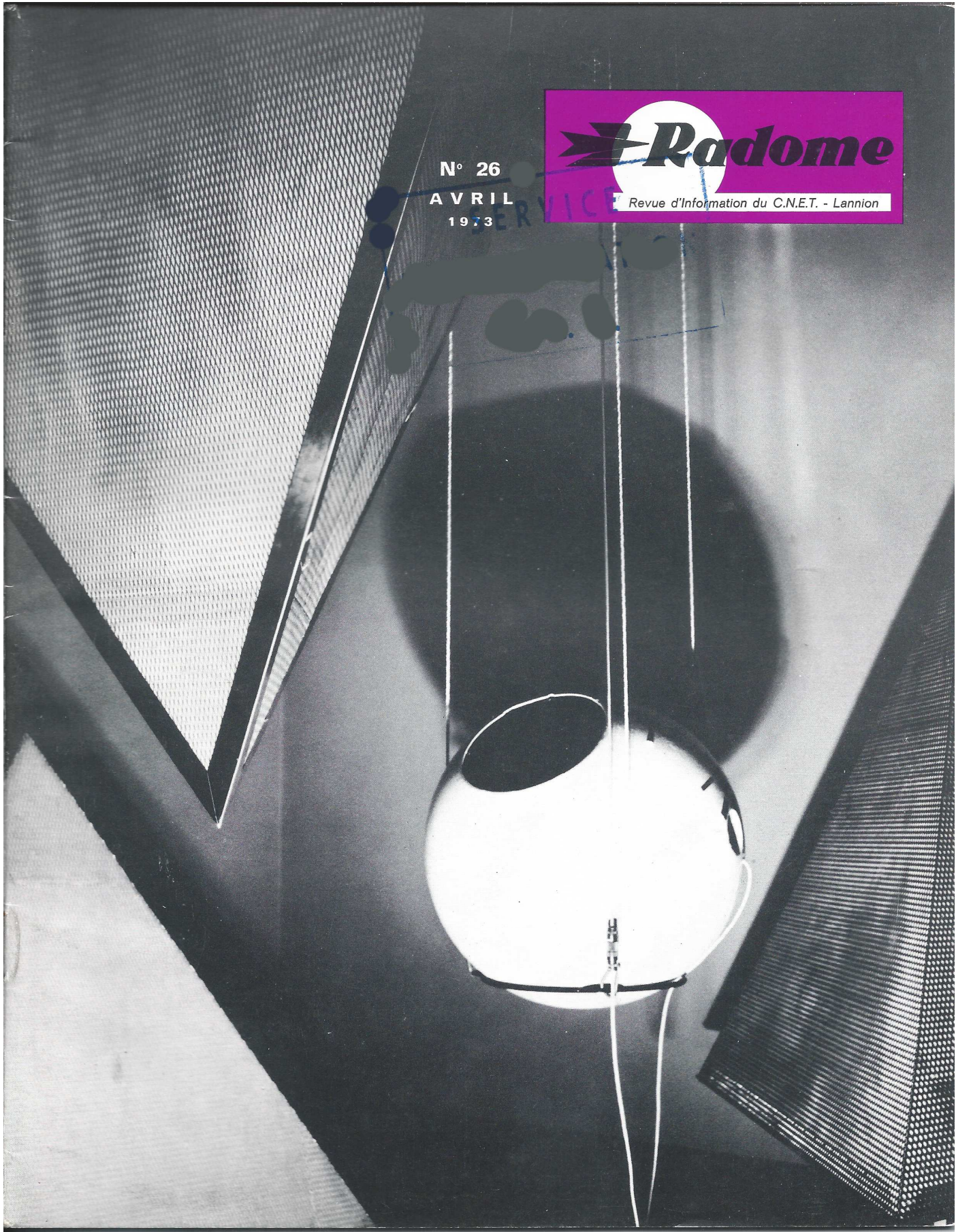


N° 26

AVRIL  
1973

 **Radome**

Revue d'Information du C.N.E.T. - Lannion





Revue publiée par le

## CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

Route de Trégastel — 22 - LANNION

Directeur de la publication : M. E. Julier  
Directeur du CNET - LANNION

Rédaction : Camille Weill (96) 38.26.75  
Michel Tréheux

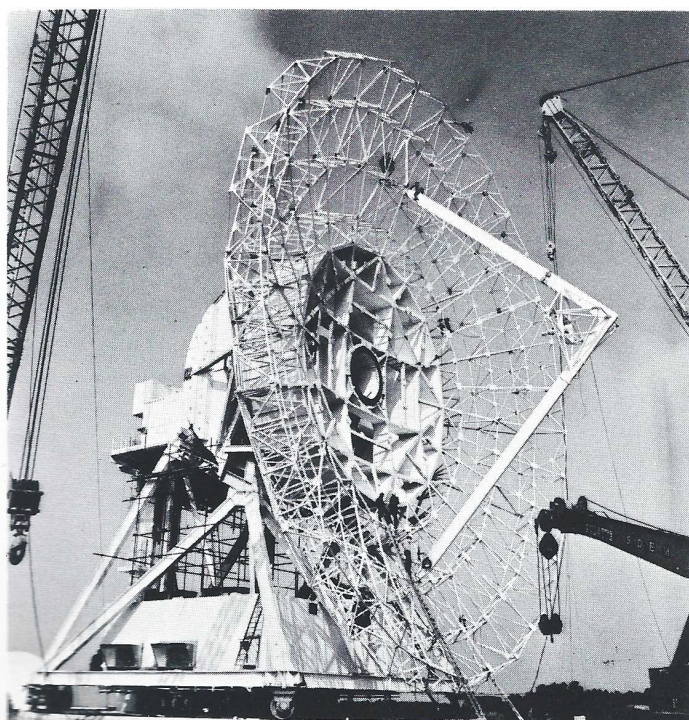
avec la collaboration, pour ce numéro,  
de Christine Tarridec, Emile Le Coquil et Roland Le Borgne

Photos : Henri Jobin, Michel Le Gal, Daniel Réaudin,  
Raymond Thouélin, LTT (p. 21, 22, 23)

Dessins et mise en pages : Gérard Allain

## SOMMAIRE

● Favoriser la Créativité par P. Lapestolle et F. Du Castel .....	3
● L'Acoustique Architecturale par P. Lorand .....	6
● La formation permanente par M. Aunis .....	12
● Informations	
M. Julier, Ingénieur général .....	14
M. Pichon, Sous-Directeur à l'Administration Centrale	14
Le CAO dans le Domaine du Tracé de Circuits Imprimés .....	15
L'Oscillateur à Plasma .....	18
Impressions d'un Stagiaire du FTZ .....	20
Présentation de la Société LTT .....	21
● Portrait d'un Céramiste Breton .....	24
● La Pêche en rivière dans le Trégor, par Robert Delpey .....	25



Les travaux de montage de la 3<sup>e</sup> antenne se poursuivent dans de bonnes conditions. On voit sur la photo ci-contre se dessiner la silhouette de la parabole.

## FAVORISER LA CRÉATIVITÉ

*Le CNET, dont approche le 30<sup>e</sup> anniversaire, et qui a pris son essor depuis plus de 10 ans à Lannion, est maintenant bien connu comme grand centre de recherche ; le potentiel dont il dispose peut faire envie à nombre de laboratoires, tant français qu'étrangers.*

*Mais le niveau de la recherche n'est pas seulement affaire de moyens. Si le CNET veut affirmer sa place dans la communauté scientifique, chaque chercheur doit être conscient du rôle qui lui incombe et de l'effort attendu de lui, alliance de continuité et de renouvellement.*

*La direction du CNET a le souci de favoriser la créativité des chercheurs et l'un des moyens mis en œuvre est l'introduction de contrats internes de recherche dont Monsieur F. Du Castel décrit ci-après l'esprit.*

*Les propositions déjà reçues sont très encourageantes. Le budget prévu pour cette année ne permettra pas malheureusement de donner suite à toutes ; mais si les résultats atteints le justifient, l'action pourra se développer les années suivantes.*

*Nous ne pouvons donc qu'espérer que notre but sera bien compris et que les fruits de cet effort seront profitables à tous, dans tous les secteurs du CNET.*

P. LAPOSTOLLE

## LES CONTRATS INTERNES DE RECHERCHE

*La création, au début de 1972, d'une direction scientifique au CNET correspondait à la nécessité de développer les activités de recherche du Centre. Certes, la mission fondamentale du CNET est le développement des télécommunications, sous tous leurs aspects, et les nombreuses tâches immédiates qui en découlent absorbent l'essentiel des capacités du Centre. Mais il ne conviendrait pas pour autant que le présent obère le futur, ni que le court terme handicape le long terme. Aussi la première préoccupation du directeur scientifique, P. Lapostolle, et de ses adjoints. J. Le Mezec à Lannion et moi-même à Paris, a-t-elle été de réunir un minimum de moyens offrant aux chercheurs du CNET la possibilité d'exercer leur créativité. C'est là le sens des contrats internes de recherche, que la direction scientifique entend conclure, dès cette année 1973, pour de premiers programmes de recherche.*

*Sur quels objectifs peuvent porter ces recherches et que faut-il entendre par contrat ? Il ne nous semble pas, qu'en cette période initiale, une orientation autoritaire soit souhaitable. Mais il nous semble important, par contre, que certains critères soient remplis, pour qu'une recherche reçoive le soutien de la direction scientifique.*

*Il doit être clair d'abord que le rôle d'une direction scientifique ne peut pas être de servir d'appoint aux études entrant dans les activités normales d'un groupement et encore moins de se substituer aux échelons responsables des groupements. Mais on conçoit fort bien, par contre, que ces responsables puissent hésiter à soutenir certaines idées*

qui apparaissent marginales par rapport aux objectifs immédiats ou dont les débouchés sont incertains. C'est ici que la direction scientifique peut intervenir, en assumant les risques inhérents à toute recherche de pointe, après en avoir bien entendu pesé les termes.

Encore faut-il que cette recherche soit clairement définie, ce qui implique une proposition de programme. Un contrat de recherche est un accord sur un programme, d'une durée de quelques années, et dont les objectifs sont précisés, ainsi que les moyens nécessaires, en personnel comme en matériel. Si le programme atteint ses objectifs, il devrait par la suite s'insérer normalement dans les activités d'un groupement ; et, si non, nous ne doutons pas que l'échec même fera naître de nouvelles idées plus prometteuses.

Nous pensons en outre que ces contrats devraient favoriser les collaborations, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du CNET. A l'intérieur, toute structure dans un établissement tend à créer un certain referme-ment sur soi-même. Pour prendre un exemple, il peut arriver que, parce que les uns s'intéressent à des signaux acoustiques et les autres à des signaux optiques, ils oublient tous deux que le traitement de leurs signaux leur pose les mêmes problèmes et emploie les mêmes outils mathématiques et qu'ils négligent de se communiquer les résultats de leurs recherches ou de travailler ensemble à leur progression. Aussi souhaitons-nous que les contrats de recherche favorisent les programmes d'intérêt commun à plusieurs groupements, parisiens et bretons, et développent les coopérations internes.

Vers l'extérieur du CNET aussi, le développement de la collaboration nous paraît souhaitable. Ce serait évidemment un gaspillage de ne pas savoir utiliser au CNET les résultats déjà obtenus dans d'autres laboratoires, publics ou privés, ou de ne pas savoir mettre à la disposition des autres laboratoires nationaux des résultats obtenus dans les laboratoires du CNET. Nous souhaitons, là aussi, que les contrats de recherche permettent le développement de la collaboration entre des groupes du CNET et d'autres groupes. Cette collaboration peut prendre des formes multiples, depuis des réunions d'information jusqu'à des programmes coopératifs, incluant même des échanges de personnes. Un accord général entre le CNET et le CNRS, en cours de discussion entre les deux organismes, devrait faciliter la mise en œuvre de cette collaboration extérieure.

Mais il ne faudrait pas oublier non plus que les organismes publics de recherche ont instauré, depuis plusieurs années, des mécanismes de soutien de recherches orientées et que rien n'empêche, bien au contraire, les chercheurs du CNET d'y faire appel davantage que ce n'est actuellement le cas. Les « actions concertées » de la DGRST ou les « actions thématiques programmées » du CNRS sont des exemples des formes que peut prendre le soutien de ces organismes à des recherches correspondant aux orientations définies. Dans leur principe même, ces actions sont ouvertes aux propositions de tous les chercheurs et chacun peut tenter sa chance auprès des comités correspondants. En ce qui concerne la direction scientifique du CNET, elle sera bien entendu inclinée à favoriser, par ses contrats de recherche, les programmes qui auront obtenu par ailleurs un soutien d'organisme extérieur.

Ces quelques indications donneront une idée des divers critères qui seront mis en avant pour qu'un contrat interne de recherche soit accepté par la direction scientifique du CNET. Au cours de plusieurs réunions, tenues au début de l'année, tant à Lannion qu'à Paris, avec des chercheurs des divers groupements, il nous a semblé que ces propositions de mise en œuvre de contrats de recherche répondaient à un réel besoin.

Nous avons d'ailleurs déjà reçu, à la mi-mars, 10 propositions de contrat, dont nous procédons présentement à l'évaluation, en faisant appel aux avis compétents.

Il est remarquable que ces propositions touchent à des domaines très variés, de caractère technique aussi bien que scientifique, et émanent aussi bien de départements à vocation de recherche fondamentale que de départements à vocation plus appliquée. D'autres propositions sont annoncées et nous comptons passer de premiers contrats internes de recherche après Pâques.

Il est probable que, dans l'avenir, la direction scientifique sera conduite à préciser les axes de recherche qui lui paraissent les plus importants pour le CNET. Cela est nécessaire à la fois pour faire mieux connaître à l'extérieur les orientations majeures des recherches du CNET et pour inciter les chercheurs du CNET à un effort particulier dans des directions prioritaires. Mais ce choix d'orientations majeures ne peut être fait à la légère et nécessite un travail approfondi, s'appuyant sur les recherches actuelles et sur les compétences réunies au CNET. S'il est certain par exemple que des thèmes de recherche tels que « l'automatique » dans les télécommunications, ou que la « photonique » ou encore la « visualisation » sont, et deviendront plus encore, des axes importants dans les recherches à long terme du CNET, par contre le contenu concret de ces thèmes ou le choix d'autres thèmes ne peuvent être immédiatement annoncés et nécessitent une étude de plus longue haleine, à laquelle nous nous appliquons dès maintenant. De toute façon, ces orientations auront un caractère incitatif plus qu'impératif et elles n'excluent nullement la sauvegarde d'une liberté d'imagination nécessaire à toute création.

Ces quelques indications, sur la façon dont la direction scientifique entend mener son action et sur le contenu qu'elle entend donner dès maintenant aux contrats internes de recherche, montreront peut-être au lecteur que nous souhaitons offrir une incitation à la créativité des chercheurs du CNET, sans pour autant nous substituer au cadre normal des activités du CNET qui s'exercent au sein des groupements.

A titre d'information, rappelons que les thèmes de projets de contrats internes de recherche en cours d'évaluation (au 15 mars 1973) sont les suivants :

- Simulation numérique et théorie du signal ..... (EST)
- Couches minces organiques ..... (CPM)
- Ondes acoustiques de surface ..... (EST)
- Couches épaisses électrooptiques ..... (PEC)
- Pulvérisation cathodique réactive ..... (PEC)
- Dispositifs à écran plat ..... (IDT)
- Transition métal-isolant ..... (CPM)
- Tirage de fibres optiques de silice ..... (CPM)
- Optique intégrée par implantation d'ions ..... (TMA-CPM)
- Tantallate de lithium ..... (CPM-EST)

Déjà en 1972, deux contrats avaient été passés à titre expérimental à Lannion : l'un sur l'optique intégrée, l'autre sur les mémoires à bulles magnétiques.

F. du CASTEL



# L'ACOUSTIQUE ARCHITECTURALE

Lorsqu'en 1965 fut décidé le transfert du Département Acoustique - Téléphonométrie de Palaiseau au Centre de Recherches de Lannion, il était assez difficile d'imaginer l'évolution que devaient connaître par la suite les activités d'ingénierie en Acoustique.

Si l'on veut aujourd'hui décrire cette évolution depuis la création du département Etudes et Techniques d'Acoustique, il suffit de comparer deux nombres : 15 rapports de mesures, études ou expertises furent rédigés en 1965, 76 l'ont été en 1972. Cette multiplication par cinq de ce qui peut servir à mesurer la « production » du Département, correspond seulement à un doublement de l'effectif de l'équipe affectée à ces tâches.

Rappelons que les études sont entreprises principalement à la demande de divers services du CNET (en particulier, des services « Bâtiment »), de Bureaux Techniques du Ministère des PTT, de certaines Directions régionales des services postaux ou des télécommunications. Mais, dans une proportion de 20 % environ, les travaux sont effectués aussi à la demande d'autres Ministères — Intérieur, Affaires Sociales, Armées —, ou d'entreprises privées. Ces études se rapportent à des sujets très variés, et leur importance relative est très inégale : alors que le tracé des diagrammes de directivité d'un transducteur en chambre sourde occupera un technicien pendant une demi-journée, l'étude sur plans de l'isolement acoustique d'un bâtiment important pourra exiger plus d'une semaine de travail pour un cadre du Département.

Comment peut-on expliquer la croissance rapide du nombre des affaires traitées, si importante que les responsables s'inquiètent de la façon dont ils pourront adapter les services

offerts à l'évolution des demandes exprimées ? Une des causes principales est certainement l'accent mis à l'heure actuelle sur le problème de l'environnement, sur son aspect acoustique en particulier. On peut penser aussi que le dynamisme du service des Relations extérieures au CNET à Lannion porte ses fruits : parmi les nombreux visiteurs de la chambre sourde, beaucoup gardent au moins le souvenir qu'il existe au CRL un département pouvant leur apporter une aide spécialisée. Mais cette croissance prouve simplement qu'au sein de l'Administration des PTT, un laboratoire d'Acoustique générale correspond à un besoin réel, comme c'est aussi le cas dans toutes les grandes Administrations (SNCF, RATP, EdF...).

Parmi les différentes catégories d'études effectuées, deux se détachent nettement par leur importance, il s'agit :

- De la lutte contre le bruit dans les locaux administratifs.
- Des études d'acoustique architecturale.

Souvent, la résolution d'un problème fait appel aux techniques de ces deux catégories. Pourtant, nous nous bornerons ci-dessous à présenter comment se déroule une étude d'acoustique architecturale, à la lumière de quelques exemples caractéristiques, et en rappelant au passage les principes fondamentaux utilisés.

## L'ACOUSTIQUE DES SALLES

Aucun architecte sérieux n'a aujourd'hui l'idée de dresser les plans d'une salle de concert, d'un théâtre, ou d'une salle de conférences sans se préoccuper de l'« Acoustique ». Au besoin, il se fait aider par un spécialiste de cette question.

Dire qu'une salle a une « bonne acoustique », c'est constater que ses caractéristiques sont optimales pour l'usage qui en est fait. La salle constitue, en effet, le maillon essentiel d'une chaîne de télécommunication établie entre un émetteur (orchestre, acteur, conférencier...) et des récep-

teurs (auditeurs, spectateurs...) et, comme dans tout système de télécommunication, il importe que le canal de transmission soit adapté au message à transmettre. On peut pousser assez loin l'analogie, comme le montre le tableau ci-dessous.

Caractéristiques électrique d'une chaîne de transmission	Caractéristiques acoustiques d'une salle	Etudes correspondantes
Bruit de fond	Bruit de fond acoustique	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Fixation d'un niveau admissible.</li> <li>— Isolement aux bruits extérieurs.</li> <li>— Isolement aux vibrations.</li> <li>— Bruit des équipements (climatisation).</li> </ul>
Dynamique, Rapport signal à bruit	Emergence sur le bruit de fond	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Etude géométrique de la salle (volume, forme).</li> <li>— Niveau d'audition en tout point.</li> <li>— Sonorisation d'appoint éventuelle.</li> </ul>
Capacité de transmission	« Réponse » de la salle	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Apériodicité et homogénéité dans le domaine des fréquences audibles.</li> </ul>
Transmission de l'énergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Réverbération</li> <li>— Echos francs</li> <li>— Focalisations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Temps de réverbération optimal, formes géométriques et absorption interne.</li> </ul>

Les trois sujets principaux dans l'étude acoustique d'une salle concernent :

— *L'isolation acoustique.*

Il faut pour cela connaître ou mesurer les niveaux de bruit dans le site où sera construit le local, déterminer le bruit produit par les équipements (ventilation, climatisation). On en déduira l'isolement que doivent apporter les murs de la salle, lorsqu'on s'est fixé le niveau de bruit de fond acoustique tolérable (en général, un niveau de 30 à 35 dB (A) est correct, mais pour un studio de prise de son ou une chambre sourde, on doit être beaucoup plus sévère).

Rappelons que les niveaux sonores sont exprimés en décibels. Un son correspondant à une pression acoustique efficace  $p$  a un niveau de  $L$  (dB) =  $20 \log_{10} \frac{p}{p_0}$ , avec  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Pascal.

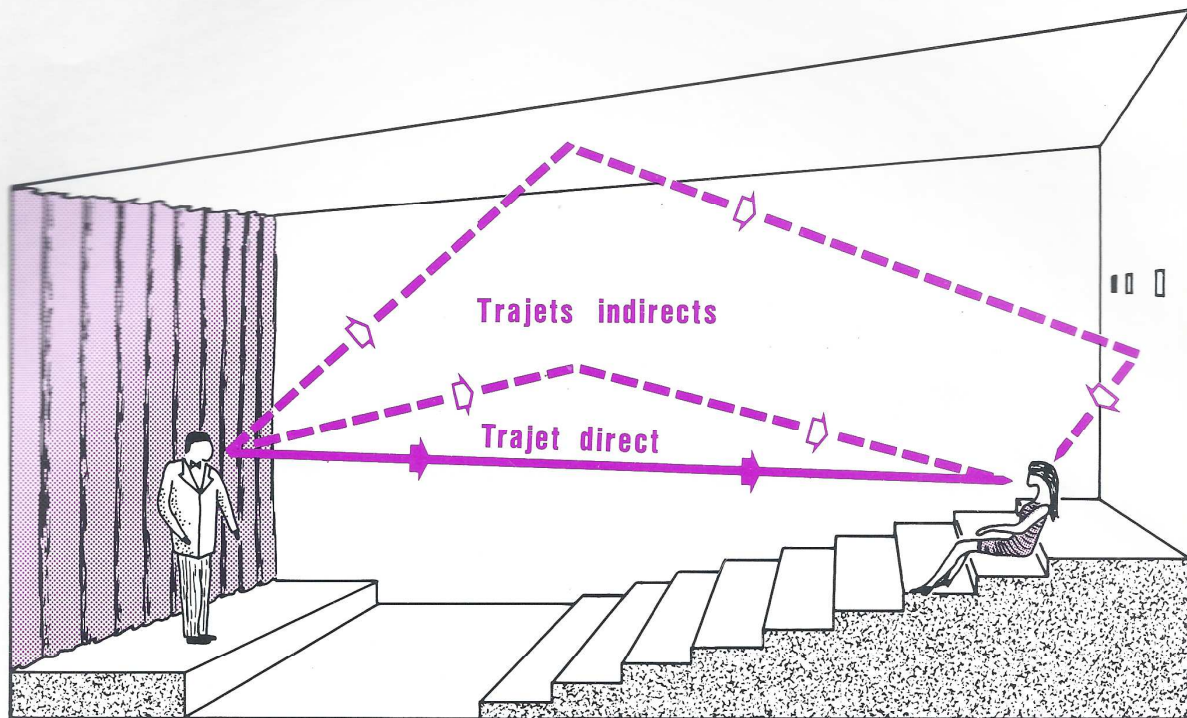
Le décibel « A » correspond à l'utilisation d'une courbe de pondération de la pression en fonction de la fréquence qui simule approximativement la sensation subjective dans certaines conditions.

— *La forme.*

Le volume et la forme d'une salle sont rarement imposés par l'acousticien, car l'architecte doit aussi se plier à d'autres impératifs (bonne visibilité dans la salle, intégration dans un bâtiment existant...) Cependant il faut faire très attention d'éviter certaines formes défavorables, surtout dans le cas des grandes salles.

La figure ci-après montre un exemple de propagation des rayons sonores dans une salle. L'auditeur reçoit, outre les rayons directs, un certain nombre de rayons réfléchis par les parois. Si les murs absorbent peu, les signaux acoustiques réfléchis peuvent avoir une amplitude importante : on entendra donc une succession de messages, arrivant avec des décalages correspondant à la différence des temps de propagation.

Si ces « échos » successifs sont nombreux et très rapprochés dans le temps, l'oreille ne les distingue pas, ils sont utiles et constituent la « réverbération » du local (voir ci-dessous). Mais s'ils sont séparés de plus de 40 millisecondes environ (différence de marche de 14 mètres entre

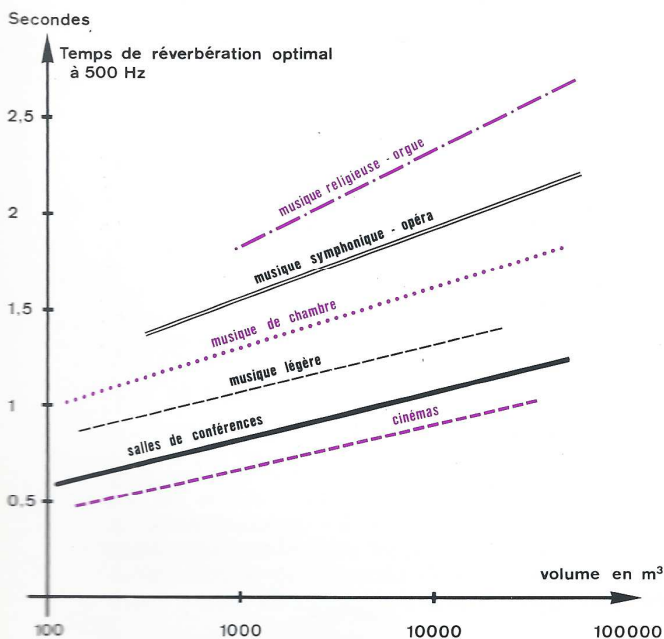


Propagation des rayons sonores dans une salle

les rayons sonores) l'oreille entend les échos successivement ; ce phénomène doit être absolument supprimé par une étude géométrique préa-

lable de la salle ; si les formes ne permettent pas de satisfaire cette condition, il faudra introduire dans la salle des réflecteurs de son ou des panneaux absorbants pour favoriser les rayons sonores utiles et supprimer les trajets sonores indésirables.

Temps de réverbération optimal d'une salle, en fonction de son utilisation et de son volume



Certaines formes sont à exclure a priori, comme devant conduire à des résultats désastreux : les salles sphériques ou ellipsoïdales, les dômes et les parois très concaves donnent lieu à des phénomènes de focalisation acoustique qu'il est très difficile, sinon impossible, de corriger a posteriori.

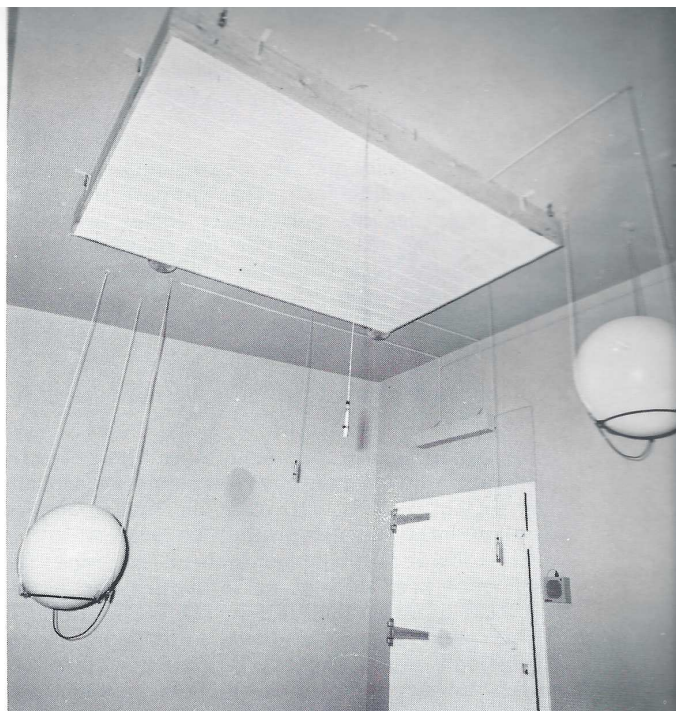
Une méthode très employée pour l'étude de la forme d'une grande salle, est la méthode des maquettes ; on construit un modèle réduit de la salle en projet et on y étudie expérimentalement la propagation d'ondes ultrasonores, à l'aide de transducteurs directifs, par une technique qui rappelle celle du Sonar. En choisissant un rapport d'homothétie correct pour les dimensions de la maquette et les fréquences des signaux, on peut voir apparaître et corriger les défauts dus à la forme, qui se produiraient dans la salle réelle.

#### — La réverbération

Une caractéristique essentielle d'une salle est son temps de réverbération. C'est le temps mis



pour que l'énergie sonore diminue de 60 dB (passage au millionième de la valeur initiale), lorsque l'émission d'un son est arrêtée. Le temps de réverbération d'une salle doit être homogène, pour toutes les places dans la salle. Il doit être quasi-constant en fonction de la fréquence, ce qui est difficile à obtenir. Enfin, le temps de réverbération moyen optimal dépend du volume de la salle et de sa destination, comme le montre le graphique ci-dessus. Cette figure illustre le fait qu'un local ne peut pas avoir une « bonne acoustique » pour tous les usages : une salle de cinéma doit être très absorbante, car la diffusion du son y est faite par des haut-parleurs et la réverbération existe déjà dans le signal enregistré sur le film ; une salle de concert, en revanche, doit être « claire ». Les salles « bonnes à tout, ne sont hélas, bonnes à rien ». Si l'on oublie trop souvent cette remarque en construisant, pour des raisons économiques compréhensibles, des salles à vocation multiple, qu'on ne jette pas ensuite la pierre à l'acousticien !



Mesure en salle réverbérante du coefficient d'absorption acoustique d'un faux-plafond

Le temps de réverbération  $T$  d'une salle de volume  $V$  où se trouvent des matériaux de surface  $S_i$  et de coefficient d'absorption  $\alpha_i$  est donné approximativement par la formule de Sabine :

$$T = \frac{0,16 V}{\sum \alpha_i S_i}$$

( $T$  en secondes,  $V$  en  $m^3$ ,  $S$  en  $m^2$ ).

On peut ainsi prédéterminer la quantité de matériaux absorbants qu'il faudra inclure dans une salle, pour obtenir un temps de réverbération optimal. Les coefficients  $\alpha_i$ , variables en fonction de la fréquence, peuvent être mesurés par la méthode de la chambre réverbérante.

Dans cette étude, l'acousticien peut aussi utiliser la méthode des maquettes, mais la difficulté est de trouver les matériaux dont les propriétés soient, dans le domaine ultrasonore, l'image de celles des matériaux qui seront utilisés réellement dans la salle.

#### L'ISOLATION AUX BRUITS.

Nous avons vu ci-dessus l'intérêt de se fixer un niveau de bruit de fond maximum admissible dans une salle. Connaissant aussi le niveau des bruits desquels il faut se protéger, on peut en

Valeurs du coefficient de Sabine pour quelques matériaux

Matériaux	Coefficients d'absorption		
	125 Hz	1 000 Hz	4 000 Hz
Carreaux plastique collés	0,02	0,03	0,03
Parquet sur lambourdes	0,20	0,10	0,07
Moquette sur thibaude	0,10	0,60	0,80
Béton lisse	0,01	0,02	0,07
Plâtre lisse	0,01	0,03	0,05
Tenture lourde plissée	0,10	0,50	0,80
Grands panneaux de verre	0,20	0,03	0,02

déduire les principes de construction à mettre en œuvre. Si une telle idée s'impose à l'architecte pour des cas particuliers (hôtel près d'un aéroport, par exemple) elle est souvent oubliée dans des cas plus courants. C'est pourquoi, trop de logements, trop de bureaux ou de locaux scolaires n'offrent à leurs occupants qu'une protection aux bruits insuffisante.

Rappelons d'abord quelques définitions essentielles :

*L'isolement acoustique brut* entre deux locaux dépend de la fréquence, et s'exprime en décibels par  $D_b = L_1 - L_2$ .  $L_1$  étant le niveau sonore dans le local où est produit le bruit, et  $L_2$  le niveau dans la pièce où le bruit est reçu. Cet isolement brut dépend de la nature des parois du local de réception, de leur surface et aussi de l'absorption intérieure de ce local (donc de la façon dont il est meublé). Puisque les aménagements intérieurs dépendent de l'occupant, on préfère, pour comparer différents isolements, éliminer l'influence de l'absorption  $A$  du local de réception. On définit ainsi :

*L'isolement acoustique normalisé* par la formule

$$D_n = L_1 - L_2 - 10 \log A/A_0$$

où  $A_0$  est une absorption d'un local de référence égale à 10 m

On peut aussi définir des *isolements acoustiques moyens* (bruts ou normalisés), en faisant la moyenne arithmétique de leurs valeurs, en fonction de la fréquence. On se contente en général de donner trois valeurs pour les fréquences graves (100 à 320 Hz), pour le médium (400 à 1.250 Hz) et les fréquences aiguës (1.600 à 3.200 Hz).

Ce qui compte dans l'appréciation du confort acoustique est, bien entendu, l'isolement acoustique brut. C'est celui qu'il y a lieu de vérifier lorsque les occupants des locaux se plaignent du bruit.

Mais si l'on cherche à caractériser intrinsèquement un type particulier de cloison, on utilise *l'indice d'affaiblissement acoustique*, qui ne dépend que de la nature du matériau, et non plus de sa surface  $S$ .

Il s'exprime par  $R = L_1 - L_2 - 10 \log A/S$ .

La mesure est faite en général grâce à deux salles réverbérantes couplées par une ouverture où est disposé le matériau à mesurer.

Isolement brut, isolement normalisé, indice d'affaiblissement acoustique dépendent, rappelons-le, de la fréquence. Ils peuvent avoir des valeurs très différentes. Que le lecteur se méfie

Loi de masse expérimentale à 500 Hz		Loi de fréquence pour 100 kg/m <sup>2</sup>	
Masse en kg/m <sup>2</sup>	R (dB)	Fréquence en Hz	R (dB)
25	32	125	32
50	36	250	36
100	40	500	40
200	44	1000	44
400	48	2000	48

Loi de masse expérimentale et loi de fréquence, pour l'indice d'affaiblissement acoustique d'une paroi simple

donc lorsqu'un texte publicitaire, par exemple, lui promet sans précisions une « isolation de 40 dB »... de quoi s'agit-il ?

### Cloisons simples.

Lorsqu'une onde acoustique frappe un côté d'une cloison, l'énergie qu'elle transporte est en partie réfléchi, et pour le reste, transmise à la cloison. Recevant de l'énergie, la cloison entre en vibration, devient à son tour un émetteur sonore et transmet donc le bruit à l'air situé de l'autre côté. Plus la paroi est lourde, plus le bruit rayonné est faible. Plus la fréquence du bruit est élevée, meilleur est l'indice d'affaiblissement acoustique de la cloison. Ces deux résultats constituent *la loi de masse* et *la loi de fréquence*. L'expérience montre, en première approximation, que si l'on double la masse surfacique, l'indice d'affaiblissement à une fréquence donnée augmente de 4 dB ; également, si l'on double la fréquence, l'indice d'affaiblissement d'un mur de masse surfacique donnée est augmenté de 4 dB. Le tableau ci-dessus résume ces lois expérimentales.

En réalité, la variation de l'indice d'affaiblissement acoustique avec la fréquence a une allure plus compliquée, car l'influence de la rigidité et des pertes internes de la paroi sont la cause de variations de la pente. En particulier pour la fréquence critique de la paroi, l'affaiblissement est inférieur à ce qui serait obtenu si la masse de la paroi agissait seule.

### Cloisons doubles.

Les phénomènes se compliquent, car, aux vibrations propres des cloisons, se superposent celles de la lame d'air qui les sépare. La pente moyenne de l'indice d'affaiblissement acoustique peut être meilleure que pour une paroi simple de même masse surfacique. Aux très basses fréquences, cependant, il n'y a pas de gain d'isole-

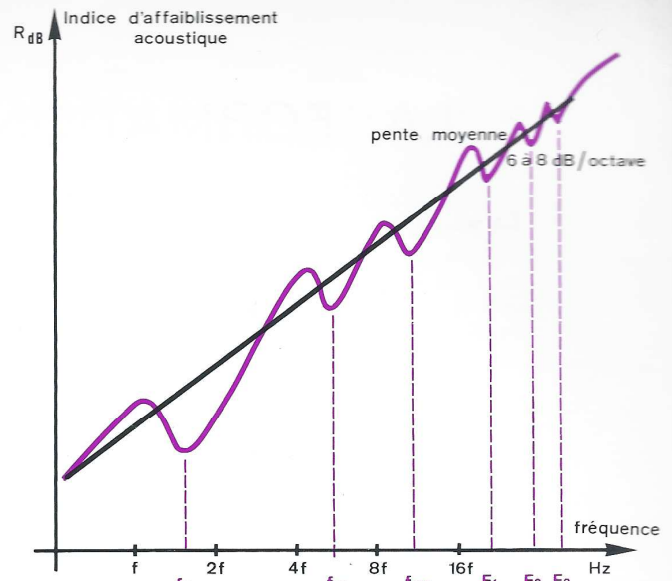
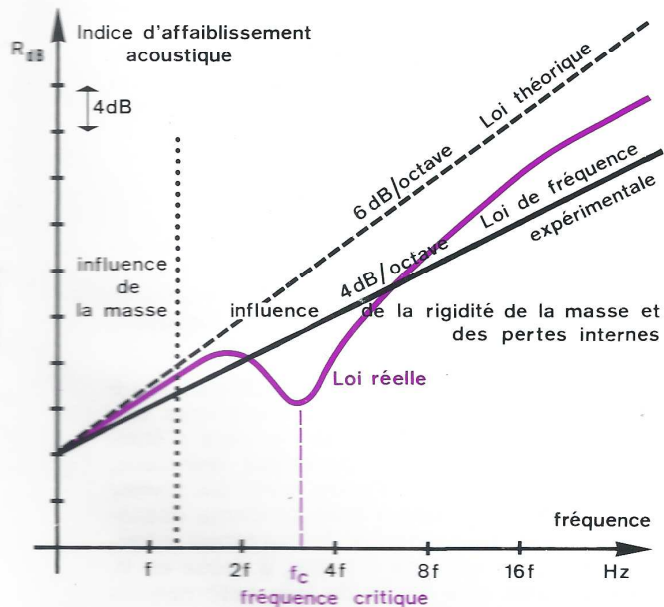
ment par rapport à une cloison simple. Il faut prendre garde aux défauts d'isolement dus aux fréquences critiques ; dans ce but, on utilise des matériaux de masse et de rigidité différentes pour les deux panneaux de la cloison double, et on doit choisir l'écartement maximum admissible entre panneaux, de façon à diminuer leur couplage.

On doit mentionner ici un cas particulier de cloisons légères multiples : ce sont les cloisons dites « amovibles ». Leur constitution peut être soigneusement calculée par des fabricants sérieux et leurs performances peuvent être jugées étonnamment bonnes au vu des procès-verbaux d'essais en laboratoire. Cependant, dans la réalité, les défauts de leur mise en œuvre sur le chantier (joints, assemblages à la périphérie avec le sol, les murs adjacents et le plafond) conduisent à des résultats acoustiques in-situ qui ne valent pas, en général, ceux qu'on obtient avec des procédés traditionnels.

Ce sont les principes généraux qui ont été brièvement exposés ci-dessus qui servent de base aux études d'acoustique architecturale menées au Département ETA. Citons, à titre d'exemple, quelques études marquantes effectuées récemment :

— Amphithéâtre et salle de réunion du Bâtiment D' (CNET Lannion).

Variation de l'indice d'affaiblissement acoustique d'une paroi simple avec la fréquence



$f_r$  : fréquence de résonance de la cloison double  
 $f_{c1}$  : fréquence critique de la paroi n° 1  
 $f_{c2}$  : fréquence critique de la paroi n° 2  
 $F_1, F_2, F_3...$  : Fréquences de résonances de la lame d'air

Indice d'affaiblissement acoustique d'une paroi double en fonction de la fréquence

— Centre de calcul et futur Centre de Rencontre des Télécommunications (Issy-les-Moulineaux).

— Correction acoustique de l'atelier des Timbres-Poste de Périgueux et de l'ancien Hôtel des Postes de Bordeaux.

— Cloisons amovibles pour les nouveaux locaux des Directions Régionales des Télécommunications de Rennes et de Nantes, etc.

L'intérêt et l'efficacité de telles études sont évidents lorsqu'elles sont entreprises au stade des projets de bâtiments. A ce moment, il est rare qu'un problème acoustique, même difficile, ne puisse recevoir une solution satisfaisante ; cela exige seulement une coordination parfaite entre l'architecte et l'acousticien. Le supplément du prix de revient dû aux traitements acoustiques représente souvent une fraction négligeable du prix total d'une construction neuve. Il en est différemment lorsqu'il faut aménager des locaux existants : les solutions techniques possibles sont moins satisfaisantes, le prix de revient plus élevé. Souhaitons donc que tout bâtisseur se pose à temps la question suivante : « pour obtenir une meilleure adaptation des locaux à leur fonction, et de meilleures conditions de travail pour les hommes qui y séjournent, ne devrais-je pas faire appel à un acousticien ? ».

P. LORAND.

# LA FORMATION PERMANENTE

## La loi

L'accord interprofessionnel de juillet 1970 a donné naissance à la loi du 16 juillet 1971 qui oblige tout employeur occupant au minimum dix salariés (environ 200 000 — à la seule exception de l'Etat et des collectivités locales) à concourir financièrement au développement de la formation professionnelle. Cette législation donne à notre pays une sérieuse avance sur ce plan par rapport aux autres nations industrielles, avance qu'il s'agit de conserver.

## Les obligations des employeurs

La participation des employeurs, fixée en 1972 à 0,8 % de la masse salariale doit atteindre 2 % en 1976. A cette participation vient s'ajouter la taxe d'apprentissage, fixée actuellement à 0,5 % des salaires.

Si, en tant qu'employeur, l'Etat n'est pas assujéti à la loi sur la formation permanente, sa participation, en tant qu'organisme dispensateur de formation, est très importante. En effet, l'enveloppe budgétaire totale en ce domaine est passée de 1,4 milliard de francs, en 1971, à 1,8 milliard, en 1972, et devra atteindre 2,1 milliards, en 1973. De leur côté, les entreprises ont dépensé, en 1972, entre 1,5 et 2 milliards de francs.

## Les droits des employés

Parallèlement à leur contribution financière, les employeurs devront autoriser leurs employés à s'absenter pendant les heures normales de travail pour suivre un stage de formation. Un certain nombre de règles régissent ces congés de formation. Elles concernent, en particulier, la périodicité, la durée, le type de stage, les formalités à effectuer vis-à-vis de l'employeur et les cas où ce dernier peut refuser. Là, comme à d'autres niveaux, on remarque que la loi fait jouer un rôle important au Comité d'Entreprise qui est appelé à délibérer sur le plan de formation de l'entreprise et à donner son aval en certains cas de refus par l'employeur d'autoriser un congé de formation.

## Le CNET-Lannion et la formation permanente

L'Administration des PTT n'est pas assujétié à la loi sur la formation continue, les décisions concernant les fonctionnaires n'ayant pas encore été prises. Il est cependant évident qu'un organisme comme le CNET a été amené très tôt à se préoccuper de formation, que ce soit de manière interne ou externe.

La présence à Lannion d'un personnel de niveau technique élevé a permis, d'abord, de mettre sur pied des cours préparatoires aux concours internes techniques des Télécommunications, puis d'étendre la formation permanente à l'ensemble du personnel technique, d'une part, au niveau cadres et ingénieurs, d'autre part, au niveau agents techniques. L'effort principal restant à faire concerne essentiellement le personnel technique d'exécution et le personnel administratif. Ces derniers cas sont plus difficiles à traiter, à cause de la difficulté à trouver les enseignants et à cause du très petit nombre

de personnes qui serait intéressé par chaque cours. La solution est probablement de s'appuyer sur des moyens de formation extérieurs au CNET.

La comptabilité analytique permet d'estimer qu'en 1972, 4,56 % de la masse salariale ont été consacrés à la formation. La décomposition entre Lannion et région parisienne ferait apparaître un avantage à cette dernière, ceci étant principalement dû à la proximité de très nombreuses Universités ou autres établissements de l'Education Nationale. En ce domaine, nous ne disposons à Lannion que du Conservatoire National des Arts et Métiers et du Centre de Formation Professionnelle et de Promotion Sociale du Lycée.

### **Le Conservatoire National des Arts et Métiers à Lannion**

C'est en octobre 1967 qu'ont démarré à Lannion les cours du Conservatoire National des Arts et Métiers. Le centre associé de Brest a ainsi ouvert une annexe à Lannion.

L'orientation générale des cours enseignés à Lannion vise à permettre la préparation du Diplôme du Premier Cycle Technique (DPCT) d'électronique, du Diplôme du Premier Cycle Technique d'informatique et du Diplôme d'Etudes Supérieures Techniques (DEST) d'électronique. Dans cette perspective, chaque année, sont enseignées deux ou trois valeurs du premier cycle et une valeur du second cycle auquel ont accès directement les titulaires d'un Brevet de Technicien Supérieur ou d'un Diplôme Universitaire de Technologie dans la spécialité.

La plus grande souplesse est laissée aux élèves pour le choix de la filière qui doit les amener au résultat final. Dans ces conditions, il est difficile, dans un centre aux moyens très limités, de décider les cours professés chaque année. C'est dans cet esprit que chaque année, au mois de mai, est lancé un questionnaire diffusé le plus largement possible sur la zone industrielle. De cette manière, sont retenus les cours qui intéressent le plus grand nombre d'auditeurs ; mais il faut aussi tenir compte des élèves-chevrons qui demandent à suivre tel ou tel enseignement pour compléter leur cycle, sans avoir à s'inscrire à Brest, à Rennes ou même à Paris.

Quelques données statistiques :

	1970-71	1971-72	1972-73
<b>Inscrits</b>	61	72	80
<b>dont CNET</b>	18	14	8

### **Centre de formation professionnelle et de promotion sociale**

Le Centre conventionné de formation professionnelle et de promotion sociale, créé auprès du Lycée d'Etat Félix Le Dantec de Lannion, fonctionne pendant toute l'année scolaire et est ouvert à toutes les personnes désireuses de suivre ses cours.

Il a été fréquenté par 30 agents du CNET-Lannion en 1971-72 et 40 agents en 1972-73.

M. AUNIS - Y. HERLENT

### M. JULIER

*Ingénieur Général*

Le « Journal Officiel » nous a confirmé le 13 mars ce que des bruits nous laissaient déjà pressentir : Monsieur Julier, délégué du Directeur du CNET à Lannion, était promu à cette date au grade d'Ingénieur Général.

La rédaction de **Radome** se fait l'interprète de ses nombreux amis pour féliciter M. Julier de cette promotion et lui souhaite une heureuse continuation de sa brillante carrière.

M. Julier, qui est aussi Directeur de notre revue, est né à Paris en 1933.

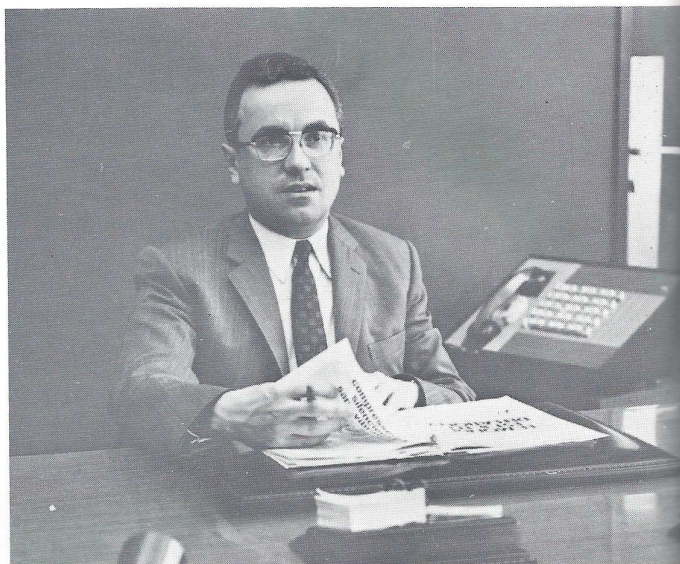
Après avoir fait ses études secondaires au Lycée Saint Louis, il entrait à l'Ecole Polytechnique en 1951.

Entré premier de sa promotion à l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, en 1954, il en sortait également premier. En 1956, il fut affecté au CNET, à Issy-les-Moulineaux, au département « Télégraphie ».

Affecté en 1962 à Lannion comme adjoint de M. Libois, Directeur, il entame alors sa carrière bretonne.

Tout d'abord, chargé du département « Recherches Techniques de base », il s'intéresse tout particulièrement aux études des systèmes de transmission à grande capacité.

Puis, M. Libois étant nommé Directeur du CNET,



M. Julier lui succède en février 1968, à la tête des services du CNET décentralisé à Lannion.

Ajoutons que M. Julier a été promu officier dans l'Ordre National du Mérite en 1973.

### M. PICHON

*Sous-Directeur de l'Administration Centrale*

Nous apprenons la nomination de M. Pichon comme Sous-Directeur à la Direction du Personnel et des Affaires Sociales.

C'est une heureuse nouvelle que nous avons le plaisir d'annoncer car M. Pichon est bien connu des agents du CNET à Lannion où il a laissé d'excellents souvenirs et de nombreux amis.

La rédaction de **Radome** présente ses vives félicitations à M. Pichon.

Né en 1934, à Rennes, M. Pichon est entré dans

l'Administration en 1953. Ancien élève de l'Ecole Nationale Supérieure des PTT (promotion 1960), il a exercé ses fonctions d'administrateur, d'abord à l'Administration Centrale, puis au CNET.

Retourné à Paris, il fut chargé en qualité de Chef de Bureau à la direction du Personnel et des Affaires Sociales du statut du personnel, de l'avancement et de l'organisation des carrières.

M. Pichon est, en outre, professeur à l'Ecole Nationale Supérieure des PTT et chevalier dans l'Ordre National du Mérite.

## LA CAO DANS LE DOMAINE DU TRACÉ DE CIRCUITS IMPRIMÉS

Si les grands domaines d'application des ordinateurs (gestion, calcul scientifique) sont bien connus, il en est un qui, malgré son importance grandissante, ne l'est encore que de quelques spécialistes, c'est celui de la Conception Assistée par Ordinateur, en abrégé : CAO (cf. « Radome », N° 23).

Comme son nom l'indique, le calculateur n'est pas là pour remplacer l'homme, mais pour l'aider, l'assister dans son travail. On se contente d'automatiser les tâches répétitives peu nobles, qui exigent beaucoup de temps mais qui ne participent pas directement à la décision.

Depuis quelques années, on assiste à l'apparition sur le marché de la CAO, de « packages », programmes pouvant assurer un certain nombre de fonctions générales, chacun d'eux s'appliquant à différentes phases du travail de conception :

- Aide à la détermination des cahiers des charges.
- Simulation et analyse de circuits ou de systèmes.
- Elaboration de circuits imprimés, de masques de circuits intégrés, des documents de fabrication.
- Génération de séquences de test, de maintenance ou de localisation de défauts.

Le département CEI/CSE du CNET Lannion s'est particulièrement intéressé aux trois derniers points : élaboration de circuits imprimés, simulation et génération des séquences de test. Ces travaux se sont matérialisés par le programme baptisé PASTIS.

(Processus Automatisé pour la Simulation, le Test et l'Implantation des Systèmes logiques).

Au 1<sup>er</sup> janvier 1972, la SOCOTEL fut chargée d'exploiter ce programme en vue d'étudier la rentabilité de ce procédé.

Dans ce présent article, l'auteur se propose d'étudier plus particulièrement la conception du circuit imprimé.

Une carte de circuits imprimés est la matérialisation d'une partie de schéma logique ou électrique. Pour passer du schéma à la carte réalisée, il faut :

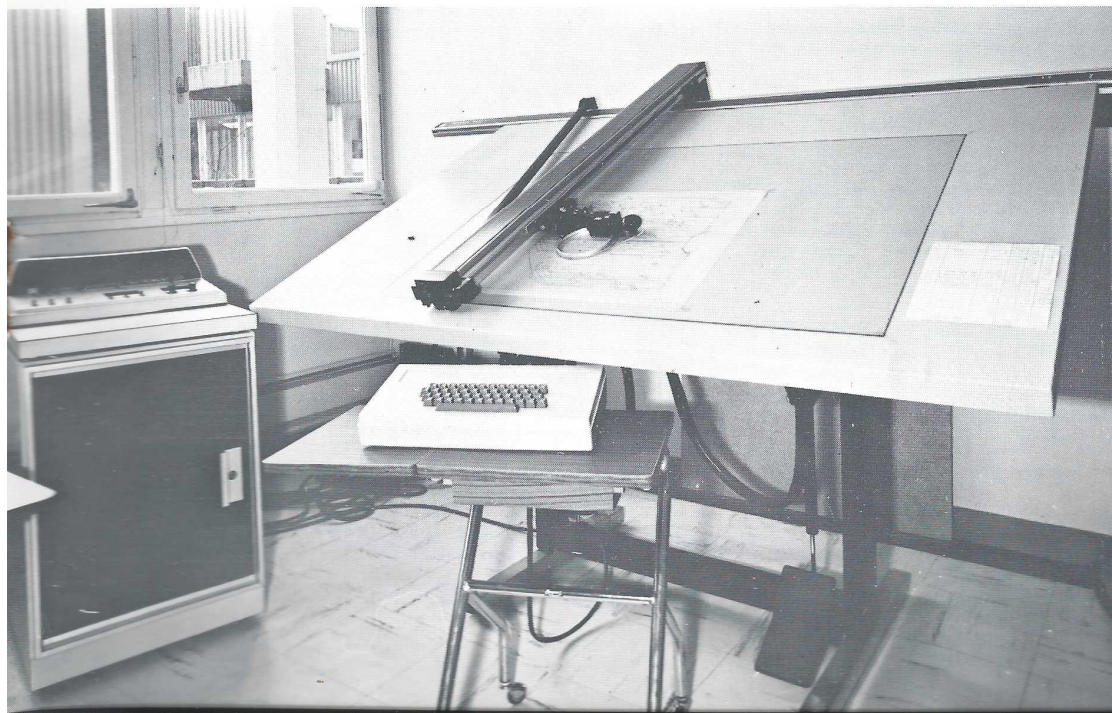
- Découper le schéma en plusieurs parties implantables sur cartes.
- Choisir les composants technologiques : circuits intégrés, éléments discrets.
- Positionner ces composants sur la carte.
- Sélectionner les liaisons à réaliser.
- Réaliser un masque pour la fabrication des cartes.

Toutes ces tâches sont étroitement imbriquées et font appel à des compétences diverses. Jusqu'à ces dernières années, tous les circuits imprimés étaient conçus par des équipes de dessinateurs maquettistes ayant à leur disposition la technique dite du pastillage.

### PREMIERE METHODE : « Le Pastillage ».

Le dessinateur implante les composants sur un plan de support en général à l'échelle 2 ou 4 et réa-

Digitaliseur et console de contrôle (type GCD1-Gerber)



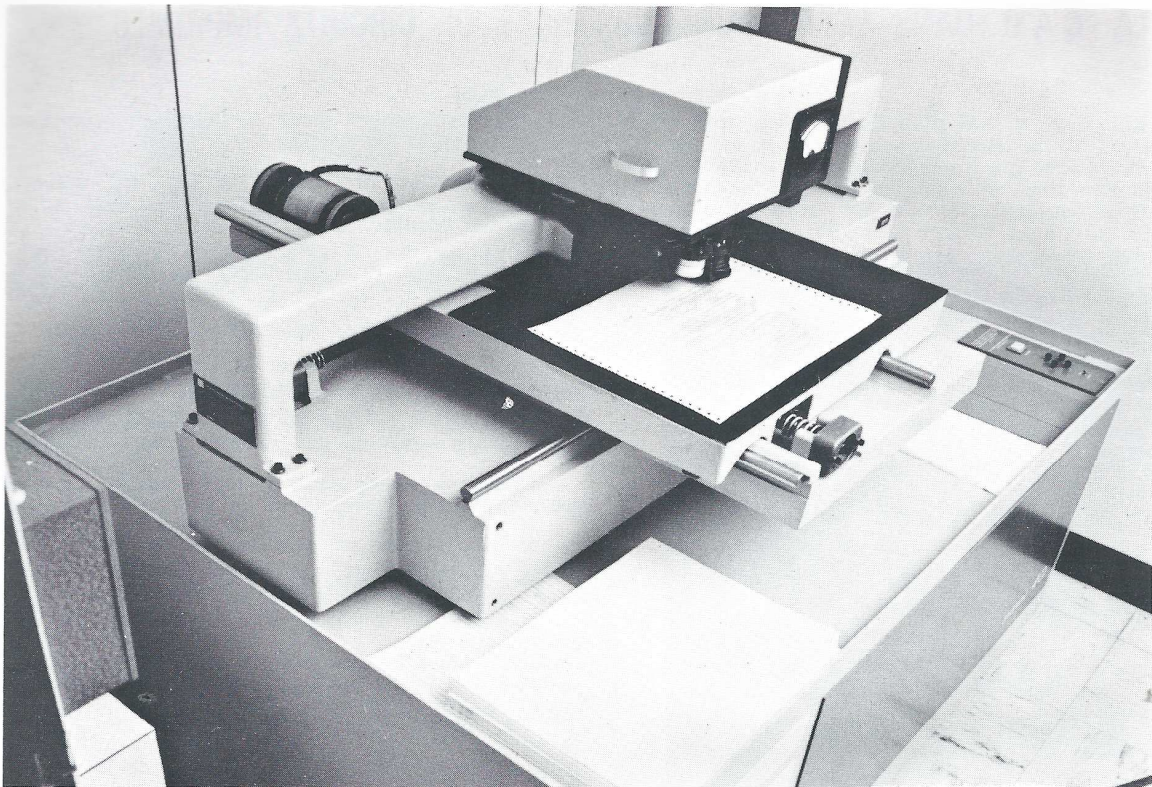


Table traçante avec tête optique (système 40-Gerber)

lise, ensuite, les liaisons à l'aide de rubans adhésifs. La réduction à l'échelle un de ce plan permet la fabrication du circuit imprimé.

L'évolution des technologies, le besoin d'atteindre une précision de plus en plus grande, ont fait apparaître sur le marché une nouvelle technique dite de la « digitalisation ».

#### DEUXIEME METHODE : « La Digitalisation ».

Le dessinateur implante également les composants, sans se préoccuper de la précision du dessin. Un équipement spécial appelé digitaliseur permet, par simple visée, de produire soit un ruban perforé, soit des cartes perforées contenant l'image du circuit qui est alors tracé avec précision sur une table à tracer automatique.

Pour expérimenter cette méthode, la SOCOTEL s'est équipée d'un digitaliseur GCD1 de la maison Gerber.

Les principales caractéristiques de cet équipement sont les suivantes :

- Dimension de la table : 1 m x 1,50 m environ.
- Précision absolue : 1/100 de pouce.
- Sortie des informations sur cartes perforées.

Ces cartes perforées commandent directement une table traçante à tête photoélectrique Système 40 de Gerber, spécialement conçue pour la réalisation des circuits imprimés. Cette table est installée dans une enceinte climatisée en température, en degrés hydrométriques et en dépoussiérage.

Dès à présent, après un an et demi d'exploitation de cette méthode, les résultats sont très encourageants, car il ressort que, par rapport à la première méthode, la digitalisation apporte un gain de temps dans la proportion approximative de 1 à 3. Quant au coût, il peut être réduit de moitié pour une carte complexe.

#### TROISIEME METHODE : La « CAO ».

Dans la version actuelle du programme PASTIS, le dessinateur doit toujours proposer un positionnement des composants sur la carte, c'est au programme qu'il appartient d'améliorer sur option cette implantation, s'il le juge nécessaire.

La sélection des liaisons à réaliser et le tracé de ces liaisons sont effectués par le programme. Lorsque la carte est complexe (densité des composants forte, nombre de liaisons important), le programme ne peut tracer toutes les liaisons et le dessinateur se trouve devant des échecs à résoudre (liaisons non faites). C'est un des niveaux du programme où l'opérateur-dessinateur intervient, il peut soit revoir



L'implantation des composants si le nombre d'échecs est trop important, soit procéder par liaisons imposées. Il s'agit alors de décrire ces liaisons du point origine au point extrémité en spécifiant le nombre de pas dans la direction concernée, la face du circuit imprimé occupée et en précisant les éventuels changements de face.

Lorsque tous les échecs sont résolus, après cette exploitation des résultats, le programme effectue le travail correspondant à la sortie sur table traçante ; il permet d'obtenir les données de commande sur bande magnétique de la table traçante Gerber.

Par cette méthode, la CAO procure à l'utilisateur non seulement les trois clichés de circuits imprimés (côté élément, côté soudure, matrice de perçage), comme les deux méthodes précédentes, mais encore un dossier succinct de fabrication. Il comprend dans la version actuelle :

- Le plan d'équipement.
- La nomenclature.
- Divers renseignements fournis sur **listing** concernant les caractéristiques du circuit imprimé : liste des liaisons tracées, affectation des points connecteurs, tableau des charges, surface de cuivre...
- Le ruban de perçage (en cours de mise au point).

Voici une année que la SOCOTEL expérimente cette procédure, elle a porté principalement sur la réalisation d'une trentaine de cartes et ceci dans une

dizaine de technologies différentes. Les avantages de cette procédure apparaissent, dès à présent, très importants :

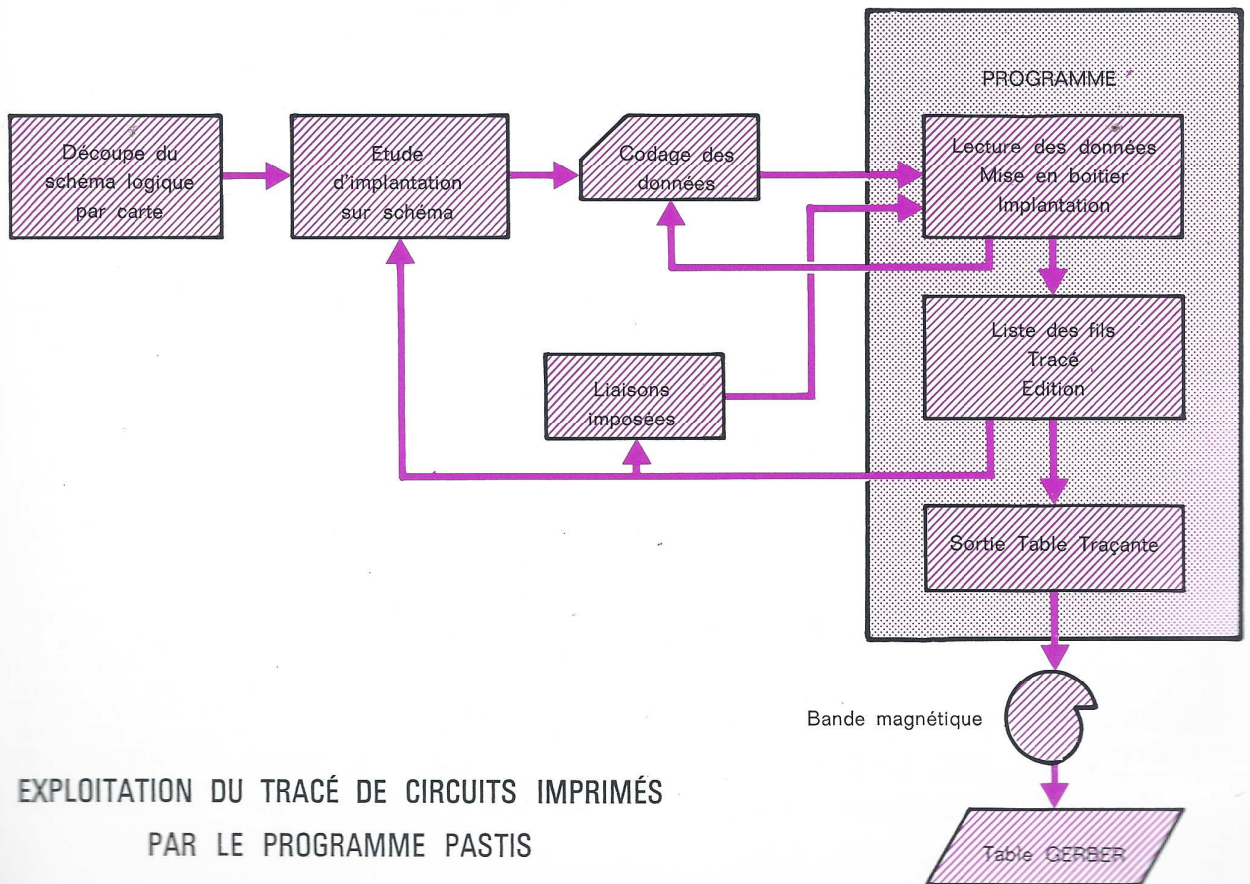
— L'obtention simultanée des différents documents d'exploitation, en vue de la fabrication.

— Une très grande sécurité, aussi bien dans le tracé lui-même (plus de risque de liaisons oubliées...) que dans la valeur intrinsèque des documents de fabrications. En effet, tous les résultats sont obtenus à partir des mêmes données : la description du schéma de principe. Ces données sont scrupuleusement vérifiées par le programme, puis à chaque intervention du dessinateur, les informations supplémentaires transmises au programme sont également vérifiées et tout spécialement la comptabilité avec les données initiales.

— Dans le traitement des modifications, cette méthode apporte de grands avantages. En effet, suite à l'introduction des modifications dans le jeu de données, tout le dossier est simultanément remis à jour. Tandis que, dans les deux premières méthodes, cette mise à jour est faite manuellement et successivement sur tous les documents concernés par la modification. Les oublis sont fréquents et les conséquences coûteuses.

— Une amélioration des délais.

Quelques chiffres pris dans les résultats obtenus en 1972 illustreront ces avantages : pour une carte de complexité moyenne ayant un taux de remplissage de 70 % pour les boîtiers (maximum 110 boîtiers) et de 96 % pour les points connecteurs, le



EXPLOITATION DU TRACÉ DE CIRCUITS IMPRIMÉS  
PAR LE PROGRAMME PASTIS

temps personnel fut de 40 heures et le temps calculateur de 35 mn (calculateur 10070 de la CII) ; le délai était d'un mois. Un dessinateur peut mener de front le traitement de trois à quatre cartes.

Ce parallèle entre les différentes méthodes d'élaboration des clichés de circuits imprimés démontre

l'importance et la rentabilité du procédé CAO. Plusieurs améliorations au Programme PASTIS sont à l'étude au département CEL/CSE : l'implantation automatique des composants sur la carte et l'élaboration d'un dossier de fabrication plus complet et plus facilement exploitable. Il comprendrait, en outre, le dessin des schémas.

## L'OSCILLATEUR A PLASMA

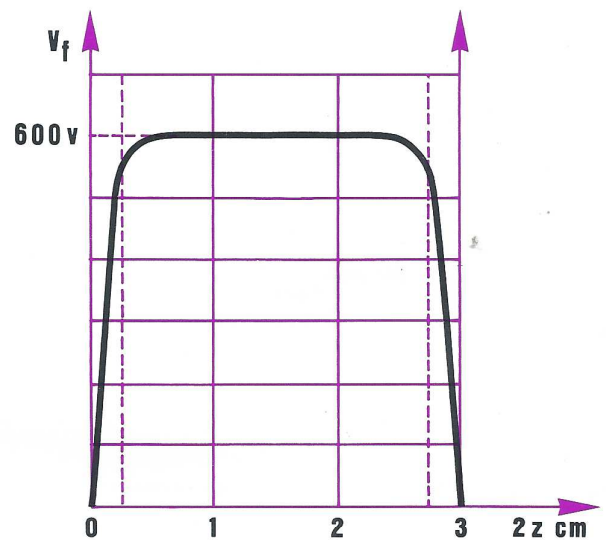
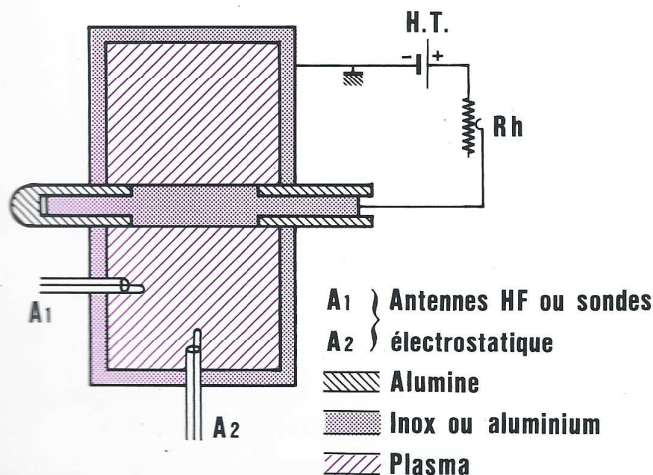
Dans le cadre des études consacrées à l'utilisation possible des plasmas gazeux pour la réalisation de composants hyperfréquences, nous avons été amenés à nous intéresser à l'interaction entre un plasma et un faisceau d'électrons : l'objectif étant la réalisation sur ce principe d'amplificateurs et d'oscillateurs.

### DESCRIPTION DU DISPOSITIF EXPERIMENTAL :

Le plasma est obtenu par une décharge électrique continue à basse pression ( $10^{-1}$  à  $10^{-2}$  Torr) entre une cathode froide et une anode. La cathode est constituée d'un cylindre fermé par deux flasques latéraux. Dans l'axe de révolution du système, on place une anode cylindrique isolée de la cathode par des tubes d'alumine.

Les matériaux utilisés aussi bien pour l'anode que pour la cathode ont été, la plupart du temps, de l'acier inoxydable ou de l'aluminium. Un refroidissement par eau des parois latérales s'est avéré néces-

Schéma du dispositif expérimental



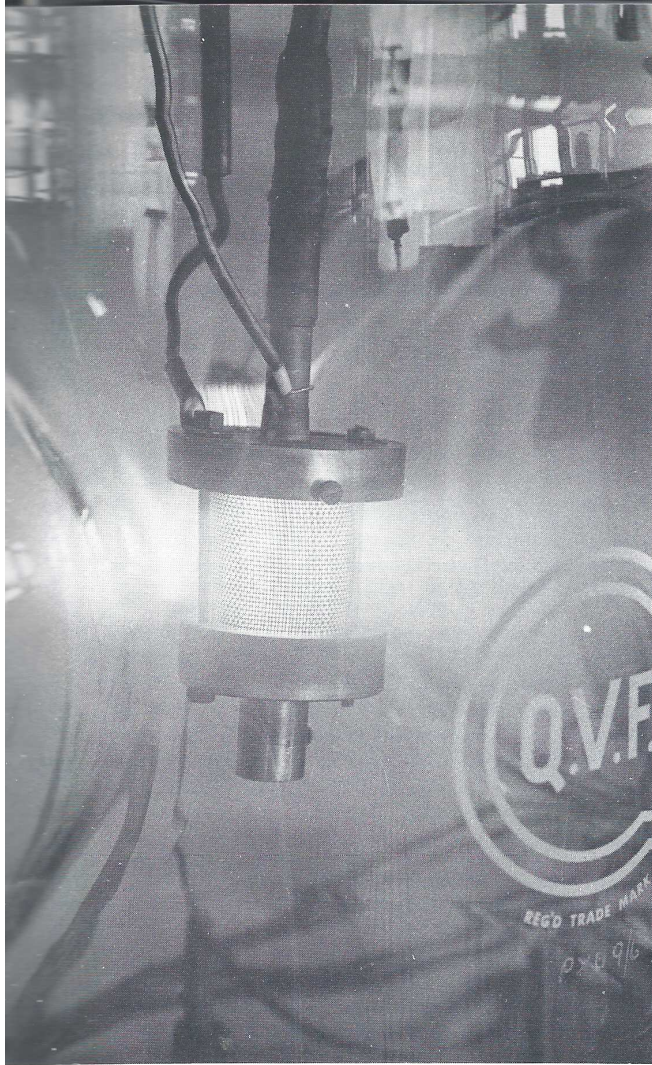
Relevé de potentiel flottant

saire pour éviter une métallisation excessive de l'anode par pulvérisation.

Dans ces conditions, nous avons pu obtenir une puissance d'oscillation utile de l'ordre de 1 à 3 W avec un rendement d'environ 1 % sous 500 à 800 V continus.

Les dimensions typiques du dispositif sont les suivantes : hauteur du cylindre de 0 à 50 mm, rayon du cylindre de l'ordre de 30 mm, rayon de l'anode d'environ 3 mm.

A l'aide d'une sonde de Langmuir, nous avons pu mesurer le potentiel flottant de la décharge par rapport au potentiel de la cathode. Les courbes de potentiel font apparaître deux zones : une première à fort champ électrique au voisinage des parois cathodiques, une deuxième à champ électrique faible dans la région centrale de la décharge. Ces deux zones correspondent d'ailleurs à des luminosités différentes, la région centrale étant beaucoup plus lumineuse que la région cathodique.



Montage expérimental

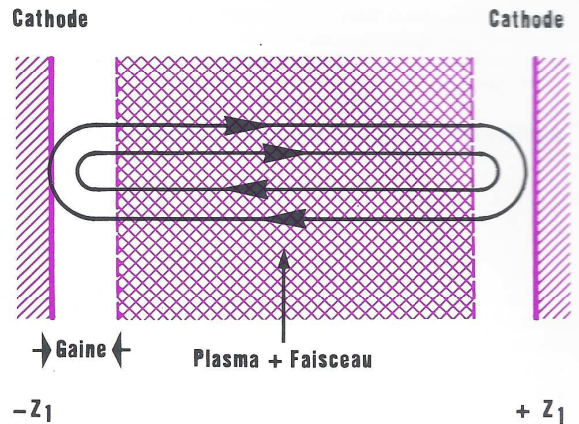
**FONCTIONNEMENT DU SYSTEME.**

La configuration du champ électrostatique de la décharge nous a conduit à émettre les hypothèses suivantes :

- L'oscillation est due à une interaction plasma-faisceau en milieu limité longitudinalement.
- Le faisceau d'électrons rapides se boucle sur lui-même et le dispositif fonctionne d'une façon analogue à celle d'un klystron-reflex.

**RESULTATS EXPERIMENTAUX.**

L'on sait que pour obtenir une oscillation il faut qu'il y ait synchronisme entre les vitesses du faisceau et de l'onde. C'est ce que confirme la figure ci-contre qui démontre que, dans des conditions expérimentales bien définies, la fréquence de l'oscillation est un multiple de celle des électrons rapides dans l'espace inter-électrodes.



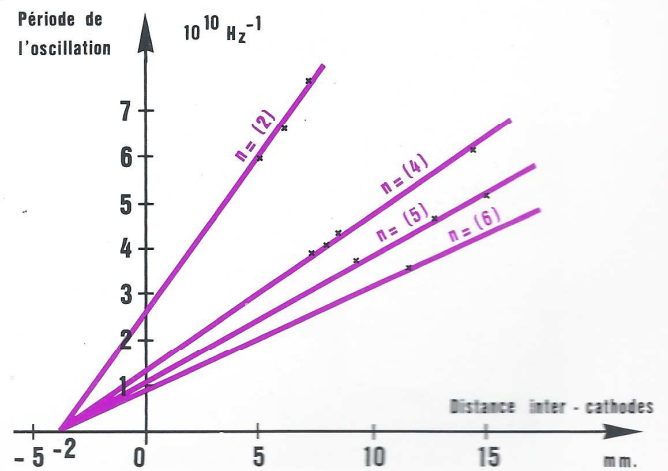
Fonctionnement du système

L'on ajoutera que le point de convergence des diverses courbes de ce diagramme expérimental sur l'axe des distances inter-cathodes permet la mesure de l'épaisseur des gaines cathodiques de la décharge.

**CONCLUSION.**

Ce dispositif présente l'intérêt de constituer un oscillateur pur, stable et simple, fournissant une puissance hyper-fréquence assez élevée (3 W à 1 500 MHz) avec un rendement de l'ordre de 1 %, sans études particulières du couplage. Il suffirait qu'il pût délivrer une dizaine de Watts dans la gamme de fréquences de 1 000 à 2 000 MHz, pour offrir des possibilités de commercialisation. Cette

Diagramme expérimental



perspective peut être envisagée avec d'autant plus de réalisme que la qualité spectrale de l'oscillation et le rendement global du système ne sont pas éloignés des performances des klystrons-reflex.

Par ailleurs, il présente l'intérêt d'être calculable et de fournir une possibilité de mesure assez directe de l'épaisseur des gaines cathodiques, sans intervention de sonde, d'usage toujours délicat.

## IMPRESSIONS D'UN STAGIAIRE DU FTZ

Il est bien connu que nos laboratoires comprennent des expérimentateurs et des théoriciens. Nous avons rencontré un de ces derniers qui mettait la dernière main à la préface d'un livre qu'il avait écrit et dont le titre est « The interactions between Electromagnetic Fields and Matter ». Il est déjà assez curieux qu'un livre en anglais soit écrit à Lannion, mais on est en droit de franchement s'étonner quand on saura que l'auteur est allemand.

Et cependant, il y a maintenant 9 mois que le Dr Steiner est au CNET à Lannion. Son séjour au CNET résulte d'une convention signée en 1972 entre le CNET et l'Institut de recherche du FTZ (homologue du CNET en Allemagne), dans le cadre de la coopération européenne et portant sur l'échange de chercheurs entre les deux organismes.

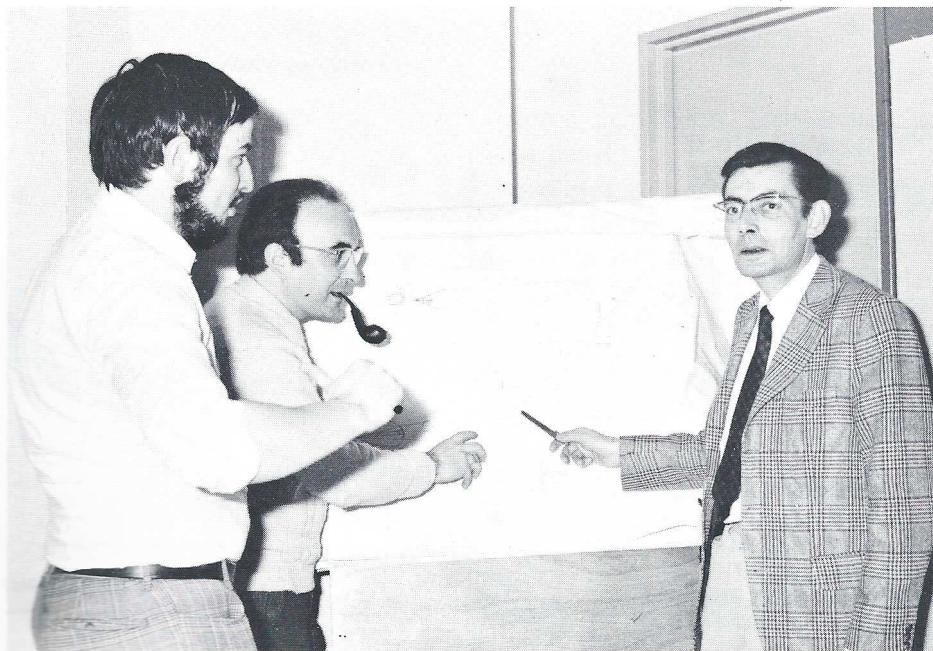
Dès le mois de juillet, deux chercheurs allemands venaient à Lannion : M. Sotscheck qui a participé pendant six mois aux travaux sur la synthèse de la parole, et le Dr Steiner qui a effectué au département ETL un important travail théorique sur la propagation des ondes électromagnétiques dans les fibres multimode, avec pour résultats une étude de la bande passante et la définition de la capacité de

transmission d'un système utilisant un tel mode de propagation.

En donnant ses impressions sur son séjour à Lannion, séjour dont il est très satisfait et dont il gardera un excellent souvenir, le Dr Steiner pense être l'interprète de M. Sotscheck.

Si ses rapports avec ses collègues du CNET ont été excellents, c'est qu'ils ont été facilités par l'usage de l'anglais comme langage commun. En revanche, les contacts avec la population ont été moins faciles du fait de son ignorance du français (il avoue que son vocabulaire se limite à la gastronomie) ; des dirigeants du FTZ ont pris conscience de ce problème et les chercheurs détachés dans le futur, en France, auront reçu des rudiments de notre langue.

Le Dr Steiner estime que l'intérêt du travail qu'il a fait à Lannion présente plusieurs aspects : d'abord en ce qui concerne ses études, il a le sentiment d'avoir progressé dans ses connaissances, ensuite l'organisation du travail de laboratoire en France et en Allemagne est différent. Pour ce qui est de ce dernier point, il pense que la liaison entre expérience



et théorie est plus étroite dans les laboratoires français et que les équipes travaillent moins isolément.

Enfin, le Dr Steiner nous a fait part de ses projets et de ses espoirs : il poursuivra ses études sur les

fibres optiques en mettant à profit son expérience française, et il espère revenir souvent à Lannion en vacances ou en mission, dans ce pays où il a vécu 9 mois heureux.

## PRÉSENTATION DE LA SOCIÉTÉ LTT

Lors de sa création en 1920, la Société LTT a été vouée par ses fondateurs à la réalisation des câbles télégraphiques et téléphoniques à grande distance et des équipements qui leur étaient associés : bobines Pupin et répéteurs. C'est de cette vocation que découle la raison sociale de la Société : Lignes Télégraphiques et Téléphoniques.

LTT décidait aussitôt d'implanter son centre industriel sur le plateau de Chennevières, à Conflans-Sainte-Honorine (Yvelines), à 25 km. au NO de Paris. En 1928, pour répondre au développement du réseau téléphonique d'Afrique du Nord, une câblerie était implantée près d'Alger (après avoir occupé 900 personnes, cette usine a été nationalisée par le Gouvernement algérien en 1968).

En 1965, afin de faire face aux augmentations de programme prévues par l'Administration des PTT et aux directives gouvernementales en matière de décentralisation, LTT créait une nouvelle usine à Lannion.

L'usine de Conflans-Sainte-Honorine a une surface bâtie de 64 000 m<sup>2</sup> sur un terrain de 160 000 m<sup>2</sup>. Son effectif comprenant le personnel extérieur des chantiers est de 4100 personnes. Sur un terrain de

Atelier de bobinage des bobines d'inductance  
et des transformateurs



150 000 m<sup>2</sup>, la surface de planchers de l'usine de Lannion est actuellement de 14 000 m<sup>2</sup>. L'effectif actuel est de 970 personnes.

### ACTIVITÉS DE LTT.

Les premières productions de L.T.T. furent donc des câbles destinés aux transmissions téléphoniques et télégraphiques.

Au fil des ans, les activités industrielles de L.T.T. ont évolué parallèlement aux évolutions techniques des transmissions sur câbles. Aux bobines Pupin et répéteurs déjà cités, vinrent s'ajouter lorsque les nécessités techniques se firent sentir :

- Des condensateurs au papier (le groupement dans un même boîtier de condensateurs de valeurs diverses à tolérances serrées rendait ce composant introuvable dans le commerce),
- Des condensateurs au polystyrène : la Société L.T.T. fut la première en France à fabriquer le film de polystyrène et les condensateurs au polystyrène,
- Des noyaux magnétiques : (poudre de fer puis ensuite ferrite) destinés à la réalisation des bobines Pupin et des bobines d'inductance et transformateurs pour filtres électriques,
- Des redresseurs à oxyde de cuivre destinés aux modulateurs des équipements à courant porteur (fabrication abandonnée à l'apparition des semi-conducteurs),
- Des semi-conducteurs, transistors et diodes d'abord au germanium puis actuellement au silicium,
- Des condensateurs au tantale à électrolyte solide,
- Des circuits intégrés à résistances : lignes d'affaiblissement,
- Des circuits intégrés hybrides monolithiques et en couches minces,
- Des composants pour hyperfréquences.

A ces activités de fabrication s'ajoutent naturellement les activités d'études correspondantes, ainsi que les chantiers de pose pour les câbles et les équipements.

### L'USINE LTT DE LANNION.

Ces activités diverses ne sont pas toutes exercées à l'usine de Lannion. Dans l'ordre de leur décentra-

lisation, les fabrications suivantes furent transférées en tout ou partie :

- Bobinage des bobines d'inductance et transfo.
- Montage d'équipements — contrôle équipement,
- Condensateurs au tantale avec leur service technique,
- Condensateurs bobinés au polystyrène avec leur service technique,
- Composants pour hyperfréquences avec leur service d'études,
- Etudes de transmission numérique.

### CONDENSATEURS AU POLYSTYRÈNE.

Ces condensateurs utilisent comme isolant un film d'une dizaine de microns d'épaisseur de polystyrène. Cette matière plastique possède de très intéressantes qualités électriques mais la médaille a son revers : elle est très sensible à l'attaque d'une foule de produits chimiques même sous forme très diluée. Il ne faut donc pas que la sueur des mains ou les pellicules des cheveux viennent au contact du film d'où les précautions d'utilisation : salle à atmosphère filtrée, port de vêtements non pelucheux, gants, bonnets... Les condensateurs au polystyrène sont réalisés dans ces salles dites « blanches » par enroulement de deux rubans d'étain séparés entre eux par des bandes de polystyrène. Les machines sont pilotées de

Machine d'encapsulation (mise en boîtier)  
des condensateurs au tantale



façon à obtenir avec un grand rendement les précisions de  $\pm 1\%$  demandées par les utilisateurs. Ensuite, après traitement thermique de stabilisation, soudure des fils de connexion et mise en boîtier, les condensateurs subissent un cycle de vieillissement artificiel de façon à leur conférer une excellente stabilité en service.

### CONDENSATEURS AU TANTALE A ELECTROLYTE SOLIDE.

Dans ce type de condensateurs, la première armature est constituée par le métal d'une pastille très poreuse de grains de tantale agglomérés à la presse puis soudés entre eux par frittage sous vide. L'isolant est formé sur place par oxydation dans un bain électrolytique du tantale de la pastille. L'oxyde formé est un excellent isolant et croît proportionnellement à la tension appliquée. Pour une tension de service du condensateur terminé de 50 volts, on forme ainsi une couche d'oxyde de 0,3 microns. Compte tenu de la finesse de cette couche, on doit, là aussi, prendre des précautions : on réalise donc les opérations d'électrochimie dans des salles à atmosphère filtrée. La deuxième armature est constituée de bioxyde de manganèse qui se dépose sur la couche d'oxyde lors de la calcination de nitrate de manganèse dont on a imprégné l'anode poreuse.

Ensuite, après argenture de la cathode, soudure, mise en boîtier, soit capot métallique étanche, soit enrobage plastique obtenu par surmoulage, les condensateurs sont vieillis sous tension et en température, de façon à pouvoir obtenir la meilleure fiabilité en service.

### LES EQUIPEMENTS.

La fabrication des équipements comporte deux sections : le bobinage des bobines d'inductance et des transformateurs destinés aux filtres électriques et le montage des plaquettes.

Dans la section bobinage sont réalisés les bobinages proprement dits sur les carcasses, la soudure des fils de sortie, le montage de la bobine dans un noyau magnétique préalablement réglé par ajustage de l'entrefer. Ensuite, les pièces terminées sont soumises au contrôle final pour vérification de leur bonne conformité à leur spécification.

Dans la section montage plaquettes, les composants sont mis en place sur les cartes de circuits imprimés sur des tables de montage comportant un dispositif automatique indiquant la place où le composant doit être inséré sur la plaquette. Une fois la plaquette complète, les composants sont soudés à celle-ci.

Après un contrôle visuel destiné à détecter soit les erreurs de composants, soit les défauts de soudure, les plaquettes passent à la section de réglage, où sur des tables semi-automatiques les différents circuits sont ajustés. Dans la technique L.T.T. les condensateurs ont une valeur fixée, le réglage se fait par un bâtonnet de ferrite se vissant sur la bobine. Après réglage, les plaquettes sont contrôlées sur une machine automatique qui enregistre les différentes valeurs des paramètres figurant au cahier des charges.

## LES SECTIONS D'ÉTUDES.

### Études condensateurs :

Cette section a la responsabilité technique des fabrications des condensateurs tantale et des condensateurs bobinés. Elle veille à la bonne application des processus de fabrication et fait les recherches techniques en cas d'incident. Elle étudie et développe les types nouveaux de condensateurs. Elle procède aux évaluations de produits nouveaux (films plastiques...) en vue de leur utilisation dans les condensateurs.

### Études hyperfréquences :

C'est une antenne du laboratoire des hyperfréquences de l'usine de Conflans. Elle réalise des études liées aux composants hyperfréquences et aux problèmes de transmission sur guide d'ondes. Parallèlement à cette section d'études, un petit atelier réalise un certain nombre de composants hyperfréquences : isolateurs, circulateurs.

### Études transmissions numériques :

Cette section s'intéresse aux problèmes de transmissions numériques à très grande capacité. C'est également une antenne du service transmissions numériques de Conflans qui a la maîtrise d'œuvre des systèmes complets.

## SERVICE QUALITÉ.

Ce service a pour mission l'assurance de qualité. Il procède donc à tous les prélèvements et toutes les inspections nécessaires aux différents stades de fabrication pour être à même de garantir la conformité des livraisons avec les niveaux de qualité spécifiés.

Il est, en outre, le conseiller des autres services pour tous les problèmes de traitements statistiques des informations ou pour l'élaboration de plans d'expériences.

## LES SERVICES GÉNÉRAUX.

Ils comprennent le service du Personnel, le service



Machine automatique de contrôle final des équipements

Achats, la Comptabilité, et le service Entretien chargé également des services de marche (chaufferie, air comprimé, eau désionisée...).

— L'usine possède un restaurant d'entreprise où sont servis chaque midi plus de 700 repas.

— Une équipe de douze pompiers dotée d'un équipement de première intervention est prête à intervenir si un sinistre se produisait.

## PERSPECTIVES D'AVENIR.

Des extensions des fabrications actuelles sont prévues, en particulier pour le montage des équipements. Pour les condensateurs au tantale le transfert des activités de Conflans à Lannion va se poursuivre et se terminer, sans doute en 1974.

Une câblerie est actuellement en cours d'édification : elle commencera à fonctionner au deuxième trimestre. Elle est destinée à la production de câbles urbains isolés au plastique. Y seront réalisées les opérations ci-dessous : boudinage d'une gaine plastique sur fil de cuivre, réunion des fils en quarte, assemblage des quartes, gainage plastique de l'ensemble, contrôle du câble terminé.

Cette câblerie qui emploiera dans sa phase finale deux cents personnes environ, dont une grande majorité d'hommes contribuera à rétablir le rapport entre les emplois masculins et les emplois féminins. A la fin du VI<sup>e</sup> Plan, l'effectif prévu total sera de 1 500 personnes environ.

## Portrait d'un Céramiste Breton

Les contrastes de notre région n'ont pas fini de nous étonner.

A l'ombre du célèbre Radome, haut lieu des techniques de pointe des télécommunications modernes, se niche un atelier de poterie et de céramique d'art.

Installé dans une vieille ferme, le potier nous accueille dans son atelier qui n'est autre que l'ancienne étable. Il nous dit tout d'abord que n'étant pas originaire de Bretagne, il a immigré en 1958 dans ce pays qu'il aime et par lequel il a été si chaleureusement adopté.

Et puis, parlant de son métier, il nous dit tout le plaisir de la création : chaque pièce qui sort de son four est une somme de recherches de lignes, de relief, de couleur. A-t-il un style propre ? La réponse ne se fait pas attendre : « on ne juge pas ce que l'on fait, et on est toujours attiré par ce que l'on n'a pas encore eu le temps de faire ». Son désir : étudier des techniques nouvelles, au risque de réinventer ce qui a déjà été fait.

Le potier à son tour comme au bon vieux temps



Les qualités qu'il estime nécessaires : du goût pour les belles choses, bien sûr une certaine habileté, un esprit curieux et surtout... beaucoup de patience.

Comment est-il devenu potier et céramiste d'art ? Par goût, presque par vocation. Après avoir suivi des cours de dessin d'art, il a fait un stage dans l'atelier d'un céramiste renommé à Paris. Il existe des écoles spécialisées telle que l'Ecole de la manufacture de Sèvres (dont le musée recèle de véritables merveilles) mais elles forment des techniciens et des ingénieurs et pas nécessairement des artistes ; à noter également que des Ecoles de Métiers d'Art ont une section spécialisée dans la céramique (Rouen, Marseille, Saint-Etienne...).

Les matières qu'il travaille sont soit l'argile (pour la poterie) soit la lave (pour la confection de panneaux émaillés décoratifs). Cette argile vient de Normandie ; non pas qu'il n'y en ait pas en Bretagne, mais les filons sont trop pauvres et difficiles à exploiter. Quant à la lave, elle provient évidemment du Massif Central.

Selon la température de cuisson (bien entendu fonction de la matière première), les produits peuvent être classés en 3 catégories :

— Les faïences dont la température de cuisson est comprise entre 940° C et 1.100° C, la terre cuite ainsi obtenue est poreuse et nécessite un émaillage pour la rendre étanche,

— Les grès dont la température de cuisson est supérieure à 1.200° C qui diffèrent essentiellement des faïences par un aspect vernissé résultant de la fusion superficielle de l'argile,

— Les porcelaines constituées de matériaux plus purs (kaolin) et dont la température de cuisson est supérieure à 1.300° C.

Les outils, pour travailler l'argile qui se présente sous la forme d'une pâte épaisse, sont essentiellement : le tour de potier, les ébauchoirs et spatules divers, et enfin les doigts.

La pièce ayant pris forme est alors mise à sécher puis placée dans le four froid et portée à la température de cuisson ce qui prend une dizaine d'heures. Enfin, le refroidissement, four fermé, s'effectue en 24 heures. C'est à ce moment que la décoration à l'émail intervient. Celui-ci est appliqué au pinceau, au trempé ou



au pistolet. Les pièces ainsi recouvertes sont cuites une nouvelle fois, cette opération a pour objet de faire fondre l'émail qui forme la surface vernissée qui servira de support au décor.

La décoration se fait par application d'émaux, les procédés propres à chaque artiste demandent des tours de mains et sont en général des secrets jalousement gardés. Les pièces décorées subissent une troisième cuisson.

Enfin, pour certains émaux (or et platine notamment) une quatrième cuisson est nécessaire.

Il s'écoule donc de 6 à 7 jours entre le début et la fin des opérations de cuisson. C'est dire,

avec tous les aléas que comporte chaque opération, l'angoisse de l'artiste qui ne peut constater son succès ou son échec qu'après ce long laps de temps.

Quelle est la clientèle ? En plus de clients fidèles, devenus souvent des amis, qui ont apprécié l'originalité de ses œuvres, ce sont des touristes de passage séduits par l'artisanat local et qui veulent emporter un souvenir de leur séjour en Bretagne.

La production ? « J'ai horreur de la fabrication de série, deux pièces ne sont jamais identiques, une pièce est unique, dans chacune je mets un peu de ma personnalité et le propre de l'homme et de l'artiste est d'évoluer ».

## SPORTS

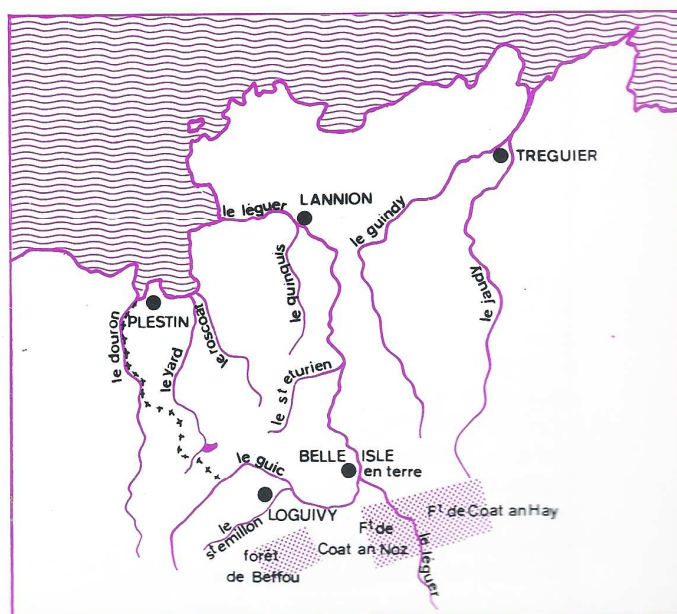
### LA PÊCHE EN RIVIÈRE DANS LE TRÉGOR

Le Marseillais vante sa Provence, son soleil, ses cigales et son mistral, le Normand ses grasses prairies, ses pommiers en fleurs, ses beurres et ses fromages. Pourquoi ne vanterions-nous pas le Trégor, non pas celui, trop défloré, de la Côte de Granit rocheuse et déchiquetée, ni celui, prestigieux, des Télécommunications Planétaires, mais celui, combien plus poétique, de l'intérieur des terres avec ses collines galbées, ses bois sertissant de riantes prairies, ses routes sinueuses, ses chemins creux où le temps ne passe plus.

C'est dans cet Argoat paisible que le promeneur rencontre de nombreuses rivières dont le trait commun est le décor de pure beauté dans lequel elles se meuvent : vallées agrestes aux prairies constellées de fleurs, aux creux desquelles l'eau cristalline glisse sur un fond de sable doré, où les aubes de vieux moulins clapotent encore au rythme d'une musique des temps passés.

Si, s'approchant de la rive, ce promeneur

Les rivières autour de Lannion



scrute prudemment l'onde claire, il ne tardera pas à y découvrir, dans un léger courant, toutes nageoires frémissantes, une truite, le rêve de tous les pêcheurs. À moins qu'il n'ait la chance suprême, celle d'assister à la remontée d'une chute par un saumon, le roi des poissons.

En effet, si les poissons blancs ne se rencontrent que dans quelques rares étangs (dont celui de Plounérin est un des plus connus), le saumon, la truite de mer ou d'eau douce et l'anguille peuplent très raisonnablement ces jolies rivières tantôt nonchalantes et paresseuses, tantôt bondissant, limpides, au milieu des rochers.

La passion du pêcheur en rivière habitant Lannion l'amène rarement à sortir d'une zone limitée à l'Est par Tréguier, au Sud par les forêts de Coat-Nay, Coat-Noz et Beffou, à l'Ouest par Plestin-les-Grèves.

A l'intérieur de ce quadrilatère, serpentent le Guindy, le Jaudy, puis le Léguer avec ses affluents : le Guic, le Saint-Emilion, le Saint-Eturien, le Quinquis ; enfin, dans trois vallées parallèles : le Roscoat, le Yar et le Douron.

S'agissant du saumon, le Jaudy et le Douron en recèlent quelques-uns mais c'est surtout dans le Léguer que se réalisent les captures les plus nombreuses.

Les méthodes de pêche sont assez classiques et c'est avant tout le lancer (devon, crevette artificielle, vairon) qui est pratiqué. Pourtant, quelques « vieilles mains » utilisent encore la mouche artificielle manœuvrée au grand fouet ; pêche vraiment sportive où le rendement importe peu, où seules comptent la beauté du geste et l'émotion de la touche dans un grand remous.

Malheureusement, chaque saison, le nombre de prises va sans cesse en diminuant. Les causes de cette déplorable régression sont multiples : effets néfastes des barrages, pollution, braconnage, nombre important de pêcheurs, pêche industrielle des saumons rassemblés en mer au large du Groënland. Au rythme où vont les événements, il n'est pas loin le temps où la présence du saumon dans nos rivières sera devenue un sujet de légende. Voyant poindre cette échéance, conséquence du matérialisme égoïste et destructeur, certains esprits pragmatiques se demandent si on ne doit pas regretter le temps où le saumon



Quelques truites du Trégor

était si commun que les archives de Ploubezre ou de Belle-Isle-en-Terre gardent copie de contrats de louage de services par lesquels les ouvriers agricoles exigeaient qu'il ne leur soit pas servi au repas plus de quatre fois du saumon par semaine...

Si le saumon est en voie de disparition, la truite, quoique en diminution sensible, reste relativement abondante. Ceci en partie grâce aux efforts de repeuplement des rivières précitées par les diverses Sociétés de Pêche responsables.

La truite de mer limite sa présence aux parties basses des rivières se jetant dans la mer, la truite commune se rencontre pratiquement dans tous les cours d'eau.

Les méthodes de pêche de ces deux poissons sont identiques : lancer léger ou ultra-léger, vairon mort, insectes naturels divers, mouches artificielle sèche ou noyée.

Les eaux granitiques étant moins favorables au développement des poissons que les eaux calcaires, la taille moyenne des truites du Trégor est relativement modeste mais la qualité de leur chair est parfaite. C'est peut-être pour cela que le nombre des postulants à une friture est si élevé le long des rives... Mais la pêche à la truite n'est pas simple : silence, mimétisme avec les buissons de la berge sont nécessaires avec, en plus, le « sens de l'eau » et de l'endroit exact où se trouve le poisson. Le meilleur pêcheur sera alors le plus précis, celui qui placera son appât le plus près de la truite car, pour elle comme pour

l'homme, tout mouvement est une dépense d'énergie et il n'est rien de plus affligeant que le travail...

Pour être en accord avec la réglementation, le pêcheur qui désire pratiquer dans cette partie du Trégor (sauf pour le Douron) devra se procurer la carte départementale, simple pour la pêche à la truite, avec le timbre « saumon » pour ceux qui désirent s'attaquer au roi des rivières. Tous les marchands d'articles de pêche sont habilités à vendre ces permis et timbres divers.

A ceux qui souhaiteraient connaître la meilleure saison pour prendre ces nobles poissons, disons que, depuis l'« ouverture » (fixée au lendemain du 3<sup>e</sup> Vendredi de Février) jusqu'à la « fermeture » (en général le 2<sup>e</sup> Dimanche de Septembre), on peut prendre de la truite à condition d'adapter son mode de pêche à l'état des eaux. Quelques principes peuvent, néanmoins, être dégagés : pêcher à l'insecte naturel (ver, porte-bois) quand les eaux sont assez fortes, au lancer léger au printemps, à la mouche noyée quand les eaux s'éclaircissent, à la mouche sèche pendant la belle saison. Pour le saumon,

la réussite est meilleure de l'ouverture à la mi-mai.

J'ai la conviction la plus pure qu'à la lecture de ce modeste article, les lecteurs estimés de cette non moins estimable revue vont se diviser en deux clans : les pêcheurs et les non pêcheurs. Les uns trouveront cet essai incomplet et prétentieux, les autres risquent d'être écœurés devant le galimatias des termes techniques et les difficultés promises.

Tous ont certainement raison, pourtant, je dirai à chacun qu'il n'est pas possible de goûter les pures joies de la pêche sans être un amoureux passionné de la nature. Qu'importe le poids final du panier puisque, par la pêche, l'occasion nous est donnée de retrouver cette campagne calme et discrète, ce havre de paix qui offre à celui qui sait l'apprécier sa poésie, son mysticisme, son charme discret qui attire et retient.

Alors n'hésitez plus, pénétrez dans cet Argoat aux verdoyantes vallées parées du tapis rose des bruyères et de l'éclat d'or des ajoncs, prenez votre canne, partout l'eau s'ouvrira à vous avec ses trésors et... bonne pêche.

R. DELPEY



